РАДИОПРИЕМНЫЕ ТРАКТЫ БЫТОВОЙ АУДИОАППАРАТУРЫ (часть 2)

Продолжение. Начало см. в РЭТ №2, 2000

Геннадий Куликов, Алексей Парамонов

В первой части статьи были приведены данные о характеристиках радиовещательных сигналов и устройстве трактов ВЧ и ПЧ современной бытовой радиоприемной аппаратуры. В публикуемом продолжении информация о синтезаторах частоты, стереодекодерах, декодерах сигналов RDS, рекомендации по ремонту и настройке радиоприемных трактов.

ЦИФРОВЫЕ СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТЫ

Схемы настройки радиоприемников часто строятся с использованием цифровых принципов формирования сигналов. Это также относится и к системам фазовой автоподстройки частоты гетеродина. Все это успешно реализуется в цифровых синтезаторах частоты, обычно выполняемых в виде отдельных микросхем. К их числу относятся ИС LC7218, LC73121 (Sanyo), LM7001 (NS) и ряд других. Из отечественных микросхем подобную функцию выполняет ИС КР1015ХК2. В сложных моделях высокого класса, а также в автомобильных магнитолах, где предъявляются жесткие требования к конструктивным размерам и занимаемому объему, с целью сокращения количества элементов функции цифрового синтезатора частоты иногда передаются микропроцессору общей системы управления.

На рис. 4 показана структурная схема микросхемы LC7218. В ее состав входит опорный генератор, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором X1, подключенным к выводам 1 и 24, программируемый делитель с переменным коэффициентом деления, счетчики, усилители-формирователи сигналов и фазовый детектор. Сигналы с частотами гетеродинов трактов АМ и ЧМ подаются на выводы 18 и 19 микросхемы, где они усиливаются и преобразуются в импульсные последовательности. Далее они поступают на программируемый делитель, коэффициент деления которого зависит от частоты настройки радиоприемника и устанавливается по специальной цифровой шине управления через сдвиговый регистр с ключевой схемой фиксации. Аналогично формируется и опорный сигнал с помощью кварцевого генератора и опорного делителя. Сравнение импульсных последовательностей происходит в фазовом детекторе, который вырабатывает напряжение рассогласования, необходимое для подстройки частоты гетеродина. Это напряжение снимается с выводов 21, 22 и после внешнего фильтра нижних частот подводится к варикапам контуров гетеродина и преселектора приемника.

СТЕРЕОДЕКОДЕРЫ

При приеме сигналов, в которых содержится КСС с полярной модуляцией (система OIRT), вначале производится восстановление уровня поднесущей (31,25 кГц) с помощью высокодобротных резонансных систем. Возможны три разных способа декодирования: полярное детектирование по огибающей (с помощью двух амплитудных детекторов с разной полярностью включения диодов), суммарно-разностное преобразование с разделением спектров (выделение аудиоинформации с помощью резисторного матрицирования суммарного и разностного сигналов каналов), временное разделение стереосигналов (с помощью ключевой схемы, разделяющей во времени обработку положительных и отрицательных полуволн поднесущего колебания).

При приеме сигналов с системой кодирования CCIR («пилот-тон») стереодекодер содержит кольцо фазовой автоподстройки частоты для синхронизации сигналов местного генератора с принимаемым пилот-сигналом на частоте 19 кГц, фазовый детектор пилот-сигнала, синхронный демодулятор стереосигналов, работающий на частоте 38 кГц, со схемой матрицирования суммарного и разностного сигналов каналов, а также дополнительные схемы управления уровнем стереошумов и полосой пропускания. Синхронный демодулятор в этом случае выделяет разностный сигнал каналов и включается при наличии в выходном сигнале частотного детектора FM-тракта указанного колебания с частотой 19 кГц. В результате матрицирования суммарного и разностного сигналов формируются колебания левого и правого каналов. Если пилот-сигнал отсутствует, то на выходе стереодекодера присутствует только суммарный сигнал каналов.

При опознавании комплексного стереосигнала в схемах стереодекодеров обычно формируется сигнал подтверждения, который используется для индикации режима. Критерием оценки служит достаточный уровень сигнала восстановленной поднесущей или наличие напряжения на выходе детектора пилот-сигнала.

Стереодекодеры системы «пилот-тон» выпускаются как в составе микросхем тюнеров, так и в виде отдельных микросхем, например, AN7414 (Panasonic), BA1332 (Rohm), KA2261 (Samsung), LA3361 (Sanyo), TA7343 (Toshiba) и т.п. Для их функционирования обычно требуется подключение RC-фильтров нижних частот для фазовых детекторов и частотозадающей цепи внутреннего генератора системы ФАПЧ — кварцевого резонатора на 456 кГц или переменного резистора.

Структурные схемы этих микросхем очень похожи. На рис. 5 в качестве примера приведена схема включения ИС AN7414. Комплексный стереосигнал с выхода детектора ЧМ-тракта поступает на ее вывод 5 и далее через входной усилитель, вывод 3, конденсатор C1, вывод 1 — на схему фазовой автоподстройки частоты внутреннего опорного генератора. Его центральная частота устанавливается переменным резистором R1. После деления этой частоты с помощью триггеров получаются сигналы с частотами 38 и 19 кГц. Первый сигнал используется для работы переключателя демодулятора, а вторые (две последовательности импульсов, сдвинутые по фазе на 90°) поступают на фазовые детекторы: один — для работы системы ФАПЧ, а другой — для выделения пилот-сигнала.

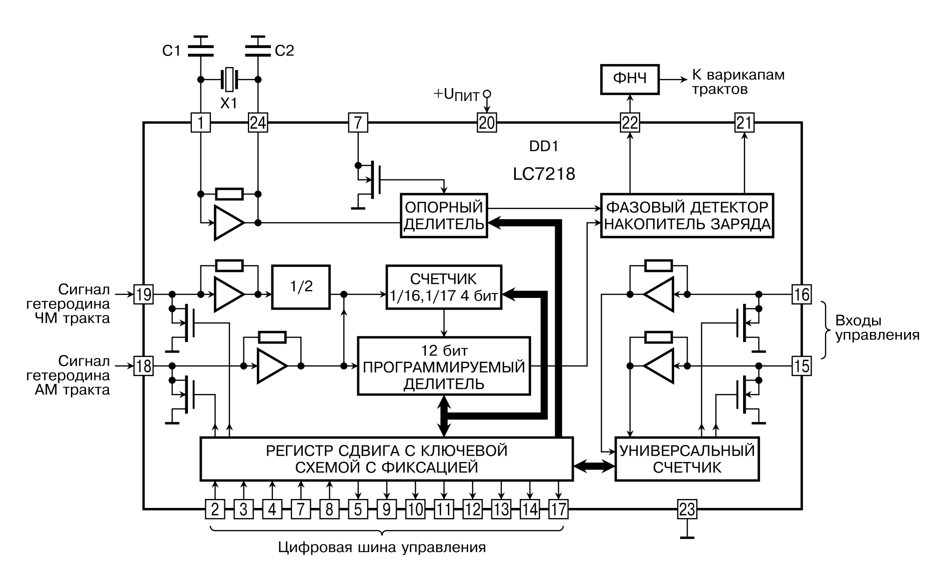


Рис. 4. Синтезатор частоты на LC7218

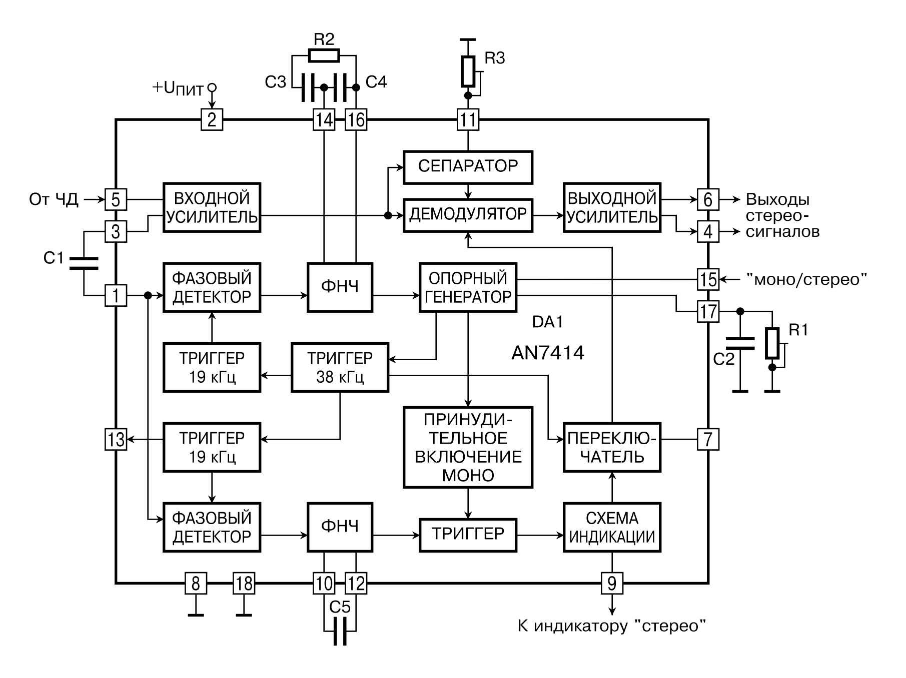


Рис. 5. Стереодекодер на AN7414

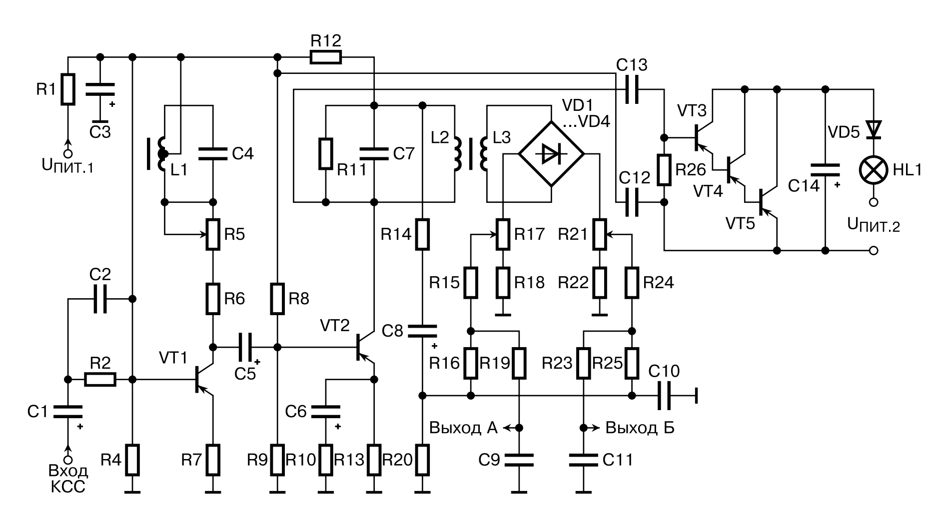


Рис. 6. Стереодекодер на дискретных компонентах

Постоянные времени фильтров нижних частот этих фазовых детекторов определяются цепочкой R2, C3, C4 и конденсатором C5, подключенными к выводам 14, 16 и 10, 12. С выхода входного усилителя КСС также приходит на стереодемодулятор, который формирует сигналы левого и правого каналов. После предварительного усиления они поступают на выводы 4 и 6. Для регулировки степени разделения стереоканалов имеется схема сепа-ратора, параметры которого можно регулировать переменным резистором R3.

Опознавание комплексного стереосигнала и формирование напряжения индикации осуществляется при наличии пилот-сигнала специальной схемой индикации. Возможно принудительное отключение режима «стерео», например, при плохом качестве приема. Для этого необходимо подать соответствующий потенциал на вывод 15 микросхемы.

Как уже было отмечено выше, в российских стереофонических радиовещательных каналах используются системы с полярной модуляцией. Метод суммарно-разностного декодирования таких сигналов с разделением спектров поясняется на рис. 6. Входной КСС поступает через конденсатор C1 и корректирующую цепочку R2, C2 на вход усилителя на транзисторе VT1, основная задача которого заключается в восстановлении подавленного сигнала поднесущей с частотой 31,25 кГц. На эту частоту настроен контур L1, C4. Регулировка уровня сигнала поднесущей осуществляется переменным резистором R5.

Восстановленный таким образом сигнал поступает на широкополосный усилитель, выполненный на транзисторе VT2. Резонансный контур L2, C7 в его коллекторе имеет добротность порядка 5. Амплитудный детектор на диодах VD1...VD4 выделяет разностные сигналы А – Б и Б – А, которые поступают далее на резисторную матрицу R15...R18, R20...R22, R24, R25. На эту же матрицу через конденсатор C8 приходит и суммарный сигнал А + Б. Цепочка R14, C10 выполняет роль фильтра нижних частот.

Сложением и вычитанием указанных колебаний в матрице формируются сигналы левого и правого каналов:

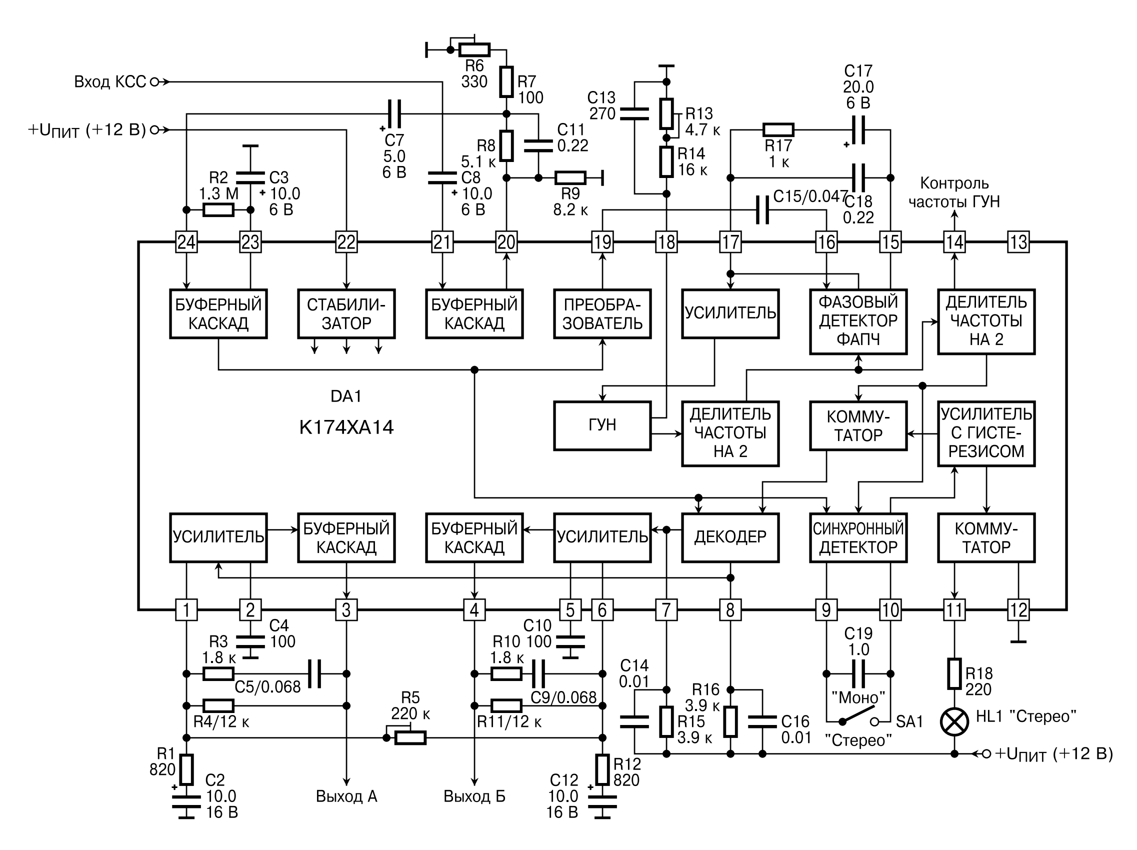


Рис. 7. Стереодекодер на К174ХА14

(А + Б) + (А – Б) = 2А; (А + Б) – (А – Б) = 2Б.

Эти сигналы после фильтров нижних частот R19, C9 и R23, C11 поступают в тракт усилителя низкой частоты. Схема на транзисторах VT3...VT5, диоде VD5 и лампочке HL1 служит для индикации стереорежима. Она контролирует наличие сигнала поднесущей частоты на контуре L2, C7.

Схемы полярного декодирования по огибающей строятся на простом принципе амплитудного детектирования верхних и нижних полуволн КСС. Для этого сначала, как и в предыдущей схеме, производится восстановление поднесущей, а затем сигнал подается на два амплитудных детектора, диоды которых включены в противоположных направлениях.

В качестве примера декодера с временным разделением стереосигналов можно пивести микросхему К174ХА14 (рис. 7). Входом микросхемы служит вывод 21. Переменный резистор R6 позволяет регулировать параметры корректирующего фильтра нижних частот, подключенного к выводу 20. В микросхеме осуществляется восстановление поднесущего колебания с частотой 31,25 кГц с помощью системы ФАПЧ, постоянная времени фазового детектора которой определяется цепочкой R17, C17, C18. Комплексный стереосигнал поступает на вход 16 схемы ФАПЧ с вывода 19 через конденсатор C15, а подстройка частоты опорного генератора осуществляется резистором R13. Принцип работы временного разделения основан на коммутации декодера на время действия положительной или отрицательной полуволн, несущих информацию о разных стереоканалах. Для реализации этого в составе микросхемы имеется электронная ключевая схема.

Цепочки R15, C14 и R16, C16 имеют постоянные времени 50 мкс и корректируют подъем верхних модулирующих частот, имеющийся в принимаемом сигнале. Иногда их называют цепями деэмфазиса. Выходами стереоканалов являются выводы 3 и 4. Окружающие их RC–цепи корректируют амплитудно–частотные характеристики соответствующих УНЧ. Для регулировки степени разделения стереоканалов используется резистор R5. С его помощью образуется регулируемая перекрестная связь между выходами левого и правого каналов, которая позволяет осуществить компенсацию просочившихся сигналов.

При наличии в КСС сигнала поднесущей с частотой 31,25 кГц внутренняя схема контроля вырабатывает напряжение индикации, которое формируется на выводе 11. Принудительное включение режима «моно» возможно при шунтировании либо конденсатора C19, либо резистора R13.

ДЕКОДЕРЫ СИГНАЛОВ RDS

Обработка сигналов RDS в FM–диапазоне осуществляется с помощью фазового детектирования выходного сигнала частотного детектора в специальном декодере, выполняемом обычно в виде отдельной микросхемы. Декодер RDS содержит схему ФАПЧ, работающую на частоте поднесущей 57 кГц, и фазовый детектор с устройствами формирования выходных сигналов. Цифровая информация с выхода декодера системы RDS обычно используется микропроцессорной системой управления.

Декодеры сигналов системы радиоинформации (RDS) устанавливаются пока не во всех (даже сложных) моделях радиоприемников. Они выполняются на специализированных микросхемах, например, SAA6579 (Philips), LA2220, LA2230 (Sanyo). В их состав входят схемы фазовой автоподстройки частоты для выделения

поднесущей сигнала передачи данных и тракт фазового детектирования информационного сигнала. В результате декодирования выделяются последовательности информационных данных и синхроимпульсов. В некоторых случаях к декодерам дополнительно подключаются схемы коррекции ошибок.

На рис. 8 представлена структурная схема и схема включения ИС LA2220. Входной сигнал поступает на вывод 2, сигнал информационных данных снимается с вывода 8, синхроимпульсы – с вывода 16. Сигнал SD разрешения работы декодера подается на вывод 17 и соответствует факту уверенного срабатывания системы слежения за настройкой тюнера. К выводам 18, 20 и 19, 21 подключаются конденсаторы С1 и С2, определяющие постоянные времени ФНЧ фазовых детекторов основного канала обработки и петли ФАПЧ. Элементы R1 – R3, С3...С5, подключенные к выводам 3, 5, 7, определяют АЧХ усилителя входного сигнала. Внутренний опорный генератор работает на частоте 19 кГц, которая стабилизирована кварцевым резонатором Х1 (вывод 22). При необходимости может быть задействована схема индикации режима RDS, например, с помощью светодиода VD1 (вывод 11). Эта схема контролирует наличие выходного сигнала информационных данных на выводе 6 и при его наличии формирует потенциал, разрешающий включение индикатора.

3. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ

В зависимости от класса модели и от того, в каком исполнении (индивидуальном или в составе аудиокомплекса) выполнен тот или иной радиоприемный тракт, его конструкция может быть различной.

В радиоприемниках индивидуального исполнения простых моделей еще встречается реализация шкалы перестройки в виде верньерного устройства, положение указателя которого жестко связано через кордовую нить и систему роликов с углом поворота ротора конденсатора переменной емкости или резистора, регулирующего управляющее напряжение на варикапах. При разборке и сборке такого устройства желательно предварительно запомнить порядок прохождения корда через ролики и количество витков нити на каждом из них. В современных моделях, имеющих микропроцессорное управление, индикаторы настройки выполняются в цифровом виде.

В сложных аудиокомплексах, имеющих блочную структуру, радиоприемный тракт является лишь небольшой их частью. Обычно его элементы монтируются на одной из плат совместно с элементами какого-нибудь другого блока: магнитофонной панели, низкочастотного тракта и т.п. При этом вначале необходимо визуально выделить ту часть платы, которая относится к радиоприемнику, чтобы при регулировке или ремонте не затронуть заведомо исправные узлы.

Необходимо обратить пристальное внимание на конструкцию и расположение высокочастотных узлов трактов, и особенно УКВ-тракта. Это связано со спецификой монтажа ВЧ-элементов, при которой предусматривается минимальное их влияние друг на друга и на остальные узлы аудиокомплекса. В частности, следует тщательно соблюдать экранирование и способы заземления точек схемы. Намоточные элементы на этих частотах имеют, как правило, минимальное количество витков, и их индуктивность сильно зависит даже от расстояния между этими витками.

Очень жесткие требования по конструкции и взаимному расположению деталей предъявляются к тюнерам автомагнитол в связи с ограниченным объемом монтажа. Некоторые фирмы-производители разрабатывают компактные интегральные модули тюнеров, конструктивно полностью законченные и не требующие об-

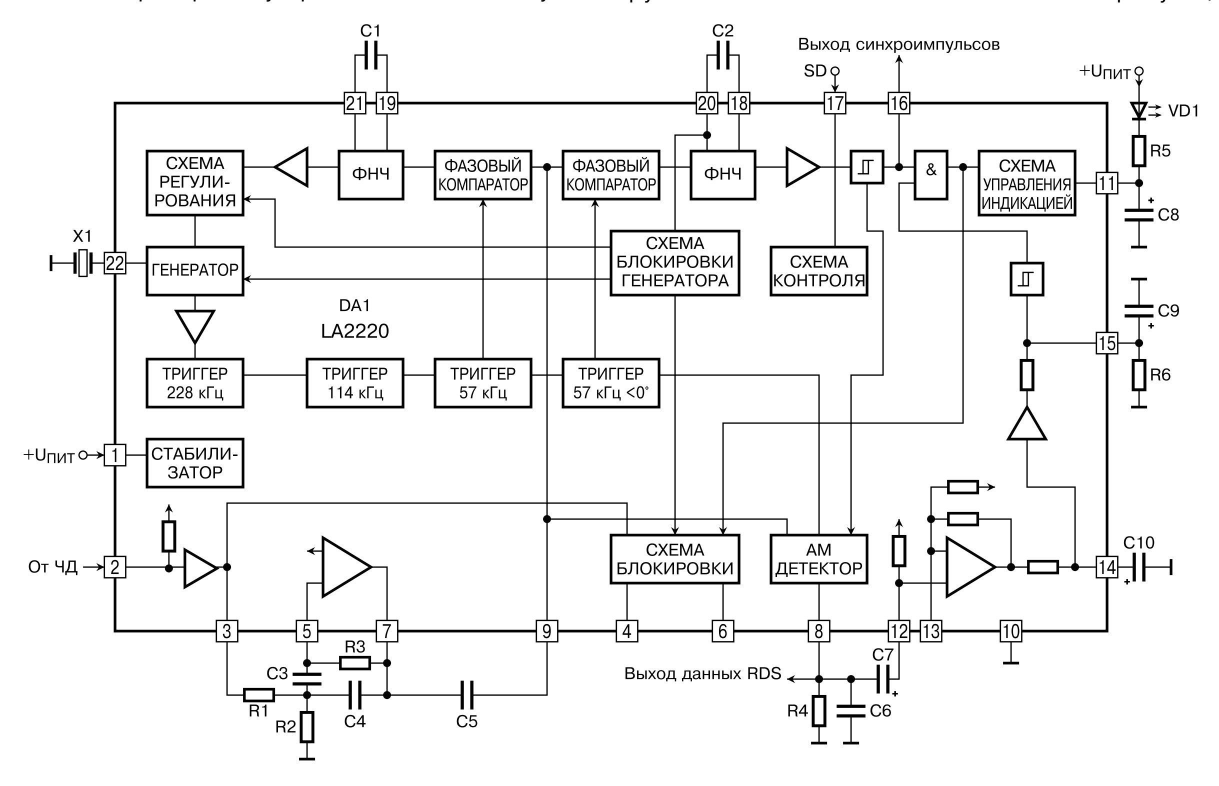


Рис. 8. Декодер RDS на LA2220

служивания в процессе эксплуатации. Ремонт и настройка таких устройств невозможны, поэтому при выходе из строя подобный модуль подлежит замене.

4. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПРИЕМНОГО ТРАКТА

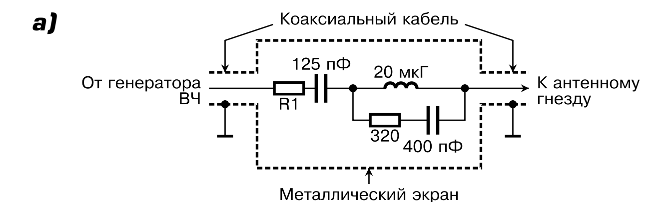
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Для проведения регулировочных и ремонтных работ радиоприемных трактов рабочее место должно быть укомплектовано соответствующими измерительными приборами и материалами. К их числу относятся электронный вольтметр, осциллограф, генератор низкой частоты с рабочим диапазоном 20 Гц...20 кГц и выходным сопротивлением 600 Ом, высокочастотный генератор с частотной модуляцией (выходное сопротивление 50 Ом), высокочастотный генератор с амплитудной модуляцией (выходное сопротивление 50 Ом), измеритель нелинейных искажений, источник питания постоянного тока, эквиваленты низкочастотной нагрузки (или динамические головки), эквиваленты антенн.

Достоверность получаемых результатов во многом зависит от условий проведения измерений, точности измерительных приборов и соответствия их параметров стандартным значениям. Следует учитывать, что при измерениях в трактах радио- и промежуточной частоты уровни сигналов часто столь малы, что становятся соизмеримыми с уровнями внешних помех. Это предъявляет повышенные требования к помещениям, где проводятся работы (установка заземленных экранов, работа других радиосредств и т.п.). Экранирование соединительных проводов и заземление экранов необходимы и в низкочастотных цепях для снижения уровня фона.

Необходимо помнить, что многие параметры радиоприемного устройства взаимосвязаны друг с другом, и изменение одного из них влечет соответствующее изменение другого. В связи с этим часто рекомендуется проводить регулировки или измерения при стандартных значениях сопутствующих параметров, например, на определенной частоте или при определенной выходной мощности $P_{ст}$ (или напряжении) НЧ-сигнала. Для отечественных моделей величина $P_{ст}$ принята равной 5 мВт (для приемников с номинальной мощностью менее 150 мВт) или 50 мВт (для приемников с номинальной мощностью более 150 мВт). Для зарубежных моделей аудиоаппаратуры с большой выходной мощностью часто рекомендуется величина $P_{ст}$ = 0,5 Вт. Также стандартизованы и параметры входных измерительных сигналов: частота и глубина модуляции, девиация частоты, параметры комплексного стереосигнала. В диапазонах ДВ, СВ и КВ от генератора высокой частоты подают амплитудно-модулированный сигнал со следующими параметрами модуляции: глубина 30%, частота 1000 Гц. В диапазоне УКВ входной частотно-модулированный сигнал имеет следующие параметры: для режима «моно» российского стандарта: частота модуляции 1 кГц, девиация частоты 15 кГц; для режима «моно» зарубежного стандарта: частота модуляции 400 Гц, девиация частоты 22,5 кГц, пилот-сигнал отключен. Для режима «стерео» зарубежного стандарта: частота модуляции 1 кГц, девиация частоты 67,5 кГц, пилот-сигнал 7,5 кГц.

а)



б)

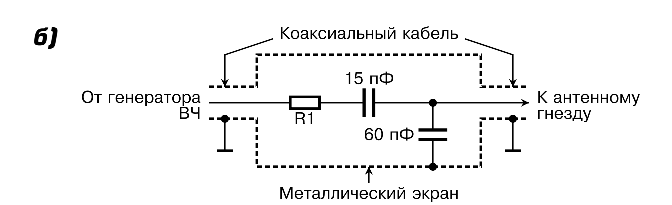
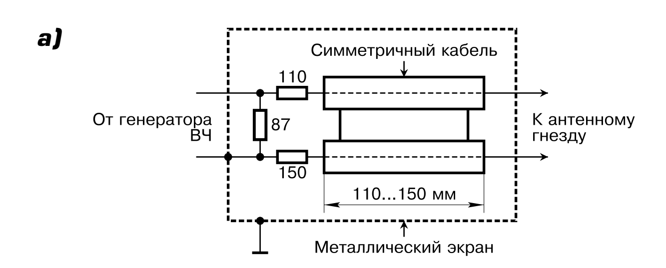


Рис. 9. Схемы эквивалентов антенны

а)



б)

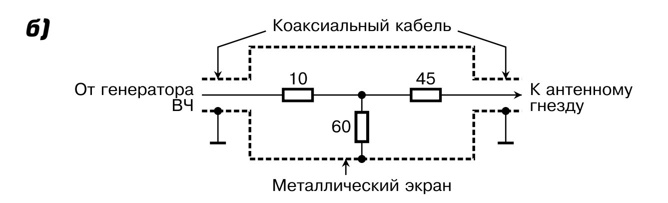


Рис. 10. Схемы согласующих звеньев

При подаче на вход высокочастотного тракта радиоприемника сигнала от генератора используют два основных метода: при измерениях со входа для наружной антенны подключение осуществляют через эквиваленты антенн, а при наличии в приемнике магнитной антенны на ферритовом стержне изготавливают излучающую антенну генератора в виде нескольких витков провода и подключают ее на выход генератора, сориентировав относительно приемной антенны.

Схема эквивалента антенны для диапазонов ДВ, СВ и КВ представлена на рис. 9а. Для автомобильных магнитол этих диапазонов рекомендуется несколько иная схема (рис. 9б). Величина резистора R1 (Ом) зависит от выходного сопротивления генератора высокой частоты $R_{вых}$ (Ом) и определяется по формуле: $R1 = 80 - R_{вых}$, т.е. при стандартном выходном сопротивлении генератора 50 Ом R1 = 30 Ом.

Схема согласующего звена (рис. 10а) пригодна для измерения параметров стационарных приемников диапазона УКВ с симметричным входом. При этом симметричный кабель должен иметь волновое сопротивление 300 Ом. Для несимметричного входа приемника диапазона УКВ и для автомагнитол рекомендуется схема антенного эквивалента, приведенная на рис. 10б.

Продолжение следует